



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 24 205 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 06 T 5/00**  
H 04 N 1/405

②① Aktenzeichen: 196 24 205.3  
②② Anmeldetag: 18. 6. 96  
②③ Offenlegungstag: 6. 2. 97

DE 196 24 205 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
31.07.95 US 08/509,263

⑦① Anmelder:  
International Business Machines Corp., Armonk,  
N.Y., US

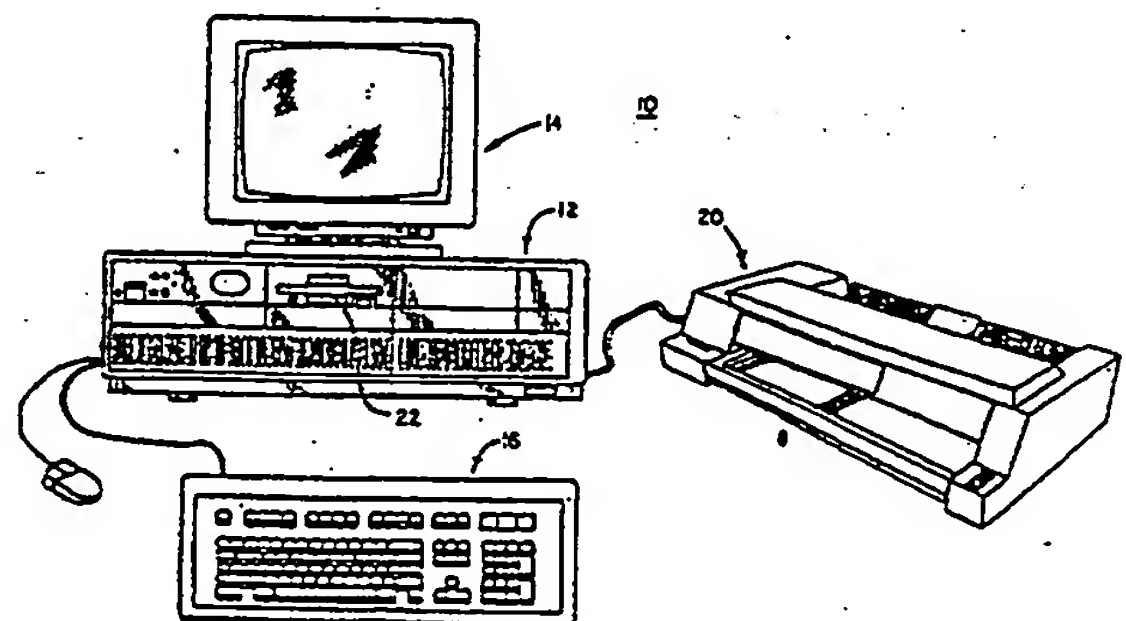
⑦④ Vertreter:  
Teufel, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 70569 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Vishwanathan, Mahesh, Roulder, Col., US; Heiney,  
Ronald L., Longmont, Col., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Höhere Auflösung und Halbtönung zur Ausgabe digitaler Bilder

⑤⑦ Ein digitales Bildbearbeitungssystem wird geoffenbart, das die Möglichkeit gibt, mit niedriger Auflösung angezeigte Bilder auf einer Druckervorrichtung mit höherer Auflösung auszudrucken. Das Bildbearbeitungssystem enthält eine Zentralprozessoreinheit, die an ein Benutzereingabemittel gekoppelt ist, das es dem Benutzer ermöglicht, in den Zentralprozessor Daten einzugeben oder dort zu verändern. Die Bilddatei wird manipuliert durch ein Ausgangsbild-Ausgabesystem, das an die Zentralprozessoreinheit gekoppelt ist. Das Ausgangsbild-Ausgabesystem beinhaltet einen Druckertreiber, der Bilder durch Skalieren aus einer niedrig-auflösenden Bild- oder Graustufenbilddarstellung verarbeitet durch eine Erhöhung der Auflösung zum Skalieren und Halbtönen des Bildes mit Hilfe einer Zittermatrix unter Verwendung eines optimierten Schwellenwerts bearbeitet. Die Zittermatrix wird optimiert, um eine abrupte Veränderung der Intensität und der benachbarten Pixel zu vermeiden.



DE 196 24 205 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Datenverarbeitungssystem, das in der Lage ist, digitalisierte Bilder auszugeben, und insbesondere Bilder verbesserter Auflösung aus Farb- oder Graustufen-Bildern geringer Auflösung zu erzeugen. In noch weiteren Einzelheiten betrifft die vorliegende Erfindung einen digitalen Bildbearbeitungsprozeß, der Halbtonebilder bei hoher Auflösung erzeugt unter Verwendung von Bildern niedriger Auflösung, wobei die Auflösungsverbesserung an dem ausgegebenen Bild durchgeführt wird.

## 2. BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

Digitale Halbtönung ist eine Technik, die die digitale Bildverarbeitung benutzt, um ein Halbtonausgangsbild aus einem gleichmäßig getönten Eingangsbild zu erzeugen. In der digitalen Halbtontechnik wird ein Bild mit einer gleichmäßigen Tönung abgetastet, z. B. mit einem Scanner, wobei die Abtastung digitalisiert und in einem Computer gespeichert wird. Zusätzlich können die Bilder intern generiert werden, wie z. B. eine grafische Benutzeroberfläche oder sonstige intern generierte Bilder. Die digitalisierten Proben, d. i. die Pixel, bestehen aus binären Darstellungen gescannter Stufenwerte, die in der Regel zwischen 0 und 255 liegen.

Um das Bild von einem als Halbtonebild gedruckten Bild mit einer Auflösung von 240 Punkten per Zoll und darüber aus einem Farb- oder Graustufenbild niedriger Auflösung zu erzeugen, generiert das System in der Regel ein Ausgangsbild unter Verwendung eines einzigen Schwellenwerts, wie z. B. das AFP Druckschema, was "Advanced Function Printing" (Fortgeschrittener Punktionsdruck) oder "Advanced Function Presentation (AFP)" bedeutet und zur AFP WorkBench gehört, die von Druckern benutzt wird, die von der International Business Machines Incorporated hergestellt werden. Die AFP WorkBench, die ein Multidatenstrom-Sichtgerät ist, das in erster Linie zum Sichtbarmachen von AFP-Dateien konstruiert wurde, ermöglicht das Ausdrucken der AFP unter Verwendung des AFP-Druckertreibers. Die AFP-WorkBench arbeitet unter dem Programm Windows von Microsoft und benutzt Aufrufe von Windows Subroutinen (wie z. B. GDI Aufrufe), um Bilder, z. B. Text, Grafik, Overlays, Bilder, Barcodes im AFP-Datenstrom wiederzugeben, die dann in Bilder umgewandelt werden, um sie mit dem Computersystem auf dem Computermonitor sichtbar zu machen. Diese Bilder stehen üblicherweise in Bildschirmauflösung, d. h. 72 Punkte per Zoll (dpi), und in Farbe, mit 256 bis 16 Millionen Farben, in Abhängigkeit von der Farbanzeige und dem Anzeigenadapter. Wenn ein Anwender eine Datei sichtbar macht, was Seite um Seite erfolgt, und sich dann entschließt, die AFP-Datei auszudrucken, muß die Datei aus ihrem Multibyte-per-Pixel-Farbformat in ein Einzelbit-per-Pixel Zweiebenen-Bildformat umgewandelt werden, so daß sie auf AFP-Druckern ausgedruckt werden kann, die alle schwarz/weiß ausdrucken können.

Zum Ausführen des Drucks ist die typische Lösung, die Seitenbilder in der Datei als Schwellenwert abzuspeichern. Abspeichern als Schwellenwert bedeutet festlegen, ob ein Pixel zum Hintergrund oder zum Vordergrund gehört, wenn der Hintergrund dem Papier und der Vordergrund der Druckfarbe im Drucker entspricht. Dementsprechend kann ein Landschaftsbild mit Bergen und Bäumen gegen einen Hintergrund eines blauen Himmels auf dem Papier mit schwarzer Druckfarbe für die Berge und Bäume, und ohne Druckfarbenfüllung, wo der Himmel ist, ausgegeben werden. Das ist bekannt als Einstufen-Schwellenwert und ist bei Textdruck hoch erwünscht, weil schwarz/weiß einen hohen Kontrast vermittelt, der leicht lesbar ist.

Ein weiteres Problem bei der Umwandlung des Videobilds in ein Druckformat betrifft die Größe des Bildes. Ein Bild mit den Abmessungen 8,5 × 11 Zoll hat eine Auflösung von 72 dpi in 792 Pixel-Zeilen mit jeweils 612 Pixel per Zeile auf dem Rechnermonitor. Hingegen bedeckt auf dem Drucker mit 240 dpi Auflösung die gleichen physikalischen Dimensionen einen kleinen Teil des 8,5–11 Zoll großen Bildfelds auf dem Papier. Dementsprechend muß das Monitorbild bis zu den Abmessungen hochskaliert werden, die die volle Seite bei 240 dpi füllen. Der Skalierungsfaktor in jeder Richtung hängt ab vom dpi-Verhältnis des Druckbilds zum Monitor.

Das nächste Problem betrifft die Umwandlung der Farbbilder zu Schwarz/Weiß-Bildern zum Ausdrucken von in Farbe angezeigten Bildern auf einem Schwarz/Weiß-Drucker. Der erste Teil der Durchführung des Drucks ist die Umwandlung des Farbbilds in eine Graustufenskala, die eine Gradierung der Farben von vollständig Weiß zu vollständig Schwarz ist. Beim Drucken jedoch, das ein digitaler Prozeß ist, wird die Graustufenskala simuliert durch Unterteilen des Bildes in sehr kleine Quadrate und Setzen von so vielen kleinen Punkten in jedes Quadrat, daß der Grauwert des ursprünglichen Pixels angenähert erreicht wird. Es gibt also in einer Graustufenskala mit acht Bit je Pixel 256 Werte, und der Grauwert 64 kann dargestellt werden durch 25% schwarze Punkte in jedem kleinen Quadrat. Natürlich ist jedes Quadrat in der Lage, ein Maximum von 256 Punkten aufzunehmen, um voll Schwarz darzustellen. Das menschliche Auge tendiert dazu, die Farbe über kleine Bereiche mit Farbvariationen als Durchschnitt zu empfinden, und wenn ihm ein Satz kleiner Quadrate auf einem Papier vorgelegt wird, die zu 25% der Fläche in jedem Quadrat gefüllt sind, neigt es dazu, es angenähert als teilweise Grau zu empfinden. Somit wäre das bei einer zu 25% gefüllten Fläche die Quantisierungsannäherung 64 von 256 möglichen Werten.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Es ist also eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Datenverarbeitungssystem bereitzustellen, das in der Lage ist, digitale Bilder auszugeben.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, verbessert aufgelöste Bilder aus Bildern niedriger

Auflösung in Farbe oder in einer Graustufenskala zu erzeugen.

Noch eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist das Vorsehen eines digitalen Bildprozesses, der Halbtonbilder hoher Auflösung unter Verwendung von Bildern niedriger Auflösung erzeugt, wobei die Auflösungsverbesserung am ausgegebenen Bild durchgeführt wird.

Die obigen Aufgaben werden gelöst wie nachstehend beschrieben. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Digitalbild-Verarbeitungssystem geoffenbart, das es ermöglicht, daß dargestellte Bilder niedriger Auflösung zum Druck in einer Druckvorrichtung verbessert werden. Das Bildbearbeitungsverfahren beinhaltet eine Zentralprozessoreinheit, die mit einem Anwender-Eingabemittel gekoppelt ist, das es dem Anwender erlaubt, im Zentralprozessor verarbeitete Daten einzugeben oder zu verändern. Die Bilddatei wird manipuliert durch ein Ausgangsbild-Ausgabesystem, das mit der Zentralprozessoreinheit gekoppelt ist. Das Ausgangsbild-Ausgabesystem beinhaltet einen Druckertreiber, der die Bilder bearbeitet durch Skalieren derselben von einem Farb- oder Graustufenbild niedriger Auflösung auf Druckauflösung, durch Erhöhen der Auflösung zum Skalieren und Halbtönen des Bildes mit Hilfe einer Zittermatrix durch Anwenden eines optimierten Schwellenwerts. Die Zittermatrix wird optimiert, um plötzliche Veränderungen der Intensität und der benachbarten Pixel zu vermeiden.

Das System implementiert auch das Verfahren zur Verarbeitung der Farbbilddatei, die auf einer grafischen Anwenderschnittstelle anzeigbar ist, mit dem digitalen Bildbearbeitungssystem wie folgt. Zunächst konvertiert das Bild die Bilddatei in eine Graustufenauflösung und skaliert dann die Graustufenbilddatei auf eine zum Drucken geeignete Größe. Als nächstes führt das System die Bildhalbtönung an der skalierten Bilddatei durch, die die Halbtonbilddatei zu einem Druckertreiber im Rechnersystem schickt, wie z. B. zu dem, der im Bildausgabesystem vorhanden ist. Das System führt dann die Erhöhung der Auflösung der Halbton-Bilddatei durch und quantifiziert dann das höher aufgelöste Bild, um ein Zweiebenen-Bild zu erzeugen. Jetzt ist das System bereit zum Ausdrucken des Zweiebenenbilds.

Um die Schritte der Bildskalierung zu implementieren, generiert dann das System eine leere Bilddatei für eine neue Bildmatrix und füllt jeden Platz in der neuen Bildmatrix, bis die leere Bilddatei voll ist. Halbtönen wird durchgeführt durch entweder die Punktebearbeitung oder die Umgebungsverarbeitung. Die Umgebungsverarbeitung beinhaltet ferner die Schritte des Subtrahierens eines Binärwerts von einem Pixelwert des ursprünglichen Bilds unter Anwendung eines gewichteten Werts auf einen Ergebniswert aus dem Subtraktionsschritt und dann Verteilen der entstehenden gewichteten Differenz auf die umliegenden Pixel. Die Umgebungsverarbeitung kann auch den Schritt des Legens einer Zittermatrix über die ausgewählten Teile des Graustufenbilds beinhalten, unter Durchführung des Pixel/Pixel-Vergleichs der darübergelegten Matrix, Bestimmen, ob das Graustufenbild größer ist als die Zittermatrix. Falls das Graustufenbild größer ist als die Zittermatrix, wird es beim Drucken als Hintergrundausschnitt festgelegt. Wenn das Graustufenbild kleiner ist, als die Zittermatrix, wird es beim Drucken als Vordergrund festgelegt. Schließlich wandelt dann das System die Bildobjekte in Seitensegmente zum Drucken um.

Das System führt die Erhöhung der Auflösung durch Pixelreduktion mit einem Skalierungsfaktor auf dem Bild durch und führt dann eine Bildinterpolierung auf diesem Bild durch.

Diese und noch weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden verdeutlicht in der nachfolgenden detaillierten schriftlichen Beschreibung.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die neuartigen Merkmale, die für die Erfindung charakteristisch sind werden in den anhängigen Ansprüchen dargelegt. Die Erfindung selbst, sowie eine bevorzugte Anwendungsart, weitere Aufgaben und Vorteile derselben, werden am besten verständlich unter Bezugnahme auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung einer darstellenden Ausführungsform anhand der begleitenden Zeichnungen; in diesen ist

Fig. 1 ein Datenverarbeitungssystem gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform, in dem die vorliegende Erfindung angewandt werden kann;

Fig. 2 ist ein Flußdiagramm, das die Implementierung des Mehrebenen-Schwellenwert-Prozesses darstellt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

Jetzt wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen und im einzelnen auf Fig. 1 ein Datenverarbeitungssystem, ein Personalcomputersystem 10 dargestellt, in dem die vorliegende Erfindung angewendet werden kann. Wie gezeigt, enthält das Personalcomputersystem 10 eine Anzahl Bestandteile, die zusammengeschaltet sind. Im einzelnen ist eine Systemeinheit 12 gekoppelt mit einem optionalen Monitor 14 (wie z. B. ein herkömmlicher Videobildschirm) und kann ihn treiben. Eine Systemeinheit 12 kann optional auch an Eingabevorrichtungen, wie eine PC-Tastatur 16 oder eine Maus 18, angeschlossen sein. Die Maus 18 weist eine linke und eine rechte Taste (nicht dargestellt) auf. Die linke Taste wird im allgemeinen als Hauptauswahltaste benutzt und wird alternativ als erste Maustaste oder Maustaste 1 bezeichnet. Die rechte Taste wird in der Regel benutzt, um Hilfsfunktionen anzuwählen. Die rechte Maustaste wird alternativ als zweite Maustaste oder Maustaste 2 bezeichnet. Eine zusätzliche Ausgabevorrichtung, wie z. B. ein Drucker 20, kann ebenfalls an die Systemeinheit 12 angeschlossen sein. Schließlich kann die Systemeinheit 12 eine oder mehrere Massenspeichervorrichtungen enthalten wie z. B. das Diskettenlaufwerk 22.

Wie nachstehend beschrieben wird, reagiert die Systemeinheit 12 auf die Eingabevorrichtungen, wie die PC-Tastatur 16, die Maus 18 oder lokale Netzwerkschnittstellen. Zusätzlich sind Eingabe/Ausgabe-(E/A)-Vorrichtungen wie Diskettenlaufwerke 22, Bildschirm 14, Drucker 20 und lokale Netzwerkverbindingssystem auf bekannte Weise an die Systemeinheit 12 angeschlossen. Selbstverständlich ist dem Fachmann bekannt, daß auch



noch weitere herkömmliche Bauteile interaktiv an die Systemeinheit 12 angeschlossen sein können. Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet das Personalcomputersystem 10 einen Systemprozessor, der an einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM), einen Festwertspeicher (ROM) und eine Vielzahl von E/A-Vorrichtungen angeschlossen ist.

Im Normalgebrauch kann das Personalcomputersystem 10 so ausgelegt sein, daß es für eine kleine Anwendergruppe als Server oder als Einzelanwender unabhängige Rechnerleistungen bereitstellt, und wird zu geringen Preisen zum Einkauf für Einzelpersonen oder kleine Geschäftsbetriebe angeboten. Im Betrieb funktioniert der Systemprozessor unter einem Betriebssystem, wie z. B. OS/2 von IBM oder DOS (mit MS-Windows). OS/2 ist eine geschützte Handelsmarke der International Business Machines Corporation. Dieser Typ Betriebssystem beinhaltet eine Basic Input/Output System (BIOS) Schnittstelle zwischen den E/A-Vorrichtungen und dem Betriebssystem. Das BIOS, das in einem ROM auf einer Hauptleiterplatte oder in Planartechnik gespeichert werden kann, beinhaltet Diagnoseroutinen, die in einem Einschalt-Selbsttestabschnitt, bezeichnet POST, enthalten sind.

Das Datenverarbeitungssystem der Fig. 1 benutzt den fortgeschrittenen Funktionsdruck bzw. Präsentations-(AFP)-Work-Bench-Bildausgabemechanismus. Im AFP-WorkBench, das eine Mehrfach-Datenstrom-Sichtvorrichtung für den Bildschirm 14 ist und das in erster Linie zum Sichtbarmachen von AFP-Dateien konstruiert wurde, ist es möglich, unter Verwendung des AFP-Druckertreibers für den Drucker 20, AFP zu drucken. Das AFP WorkBench arbeitet unter MS-Windows und benutzt Windows-Subroutineaufrufe für die Bildanzeige (GDI-Aufrufe), um Bilder, wie Text, Grafik, Overlays, Strichcodes, alle innerhalb des AFP-Datenstroms, sichtbar zu machen, die alle zunächst in ein auf einem Computer-Monitor sichtbares Bild umgewandelt werden müssen. Diese Bilder zum Sichtbarmachen stehen üblicherweise in einer Bildschirmauflösung von 72 Punkten je Zoll (dpi) und in Farbe mit 256, 65 000 oder 15 Millionen Farben, je nach dem Farbbildschirm und dem Bildschirmdapter. Wenn ein Benutzer, der eine Datei sichtbar macht, die AFP Datei ausdrucken will, muß die Datei aus ihrem Multi-Byte per Pixel Farbformat in ein Einzelbit per Pixel Zweiebenenbild-Format umgewandelt werden, so daß sie auf dem Drucker 20 ausgedruckt werden kann, der AFP Druckertreiber und das Drucken in Schwarz/Weiß unterstützt.

Der Bildausgabemechanismus wurde verbessert, so daß er jetzt zwei ergänzende Lösungen benützt, um eine größere und höhere Druckauflösung im Drucker 20 zu erreichen. Der Bildausgabemechanismus beinhaltet auch Halbtonausgänge aus Farb- und Graustufen-Bildern. Die Verwendung der Halbtönung, oder Mehrebenen-Schwellenwerte, ermöglicht es der Erfindung, Grauschattierungen auf der Grundlage der Fähigkeiten des Druckers 20 zur Ausgabe von Schwarz/Weiß-Erzeugnissen zu produzieren.

Zwecks Erzeugens eines AFP-Bilddokuments mit Druckauflösung, d. h. 240 dpi und darüber, benutzt der Bildausgabemechanismus einen Druckertreiber, der Zweiebenen-Bilder über das Windows GDI von Microsoft Corp. behandeln kann. Wenn der Druckertreiber die Kapazität zum Behandeln von Graustufen- und Farbseitenbildern hat, fehlen ihm immer noch die Fähigkeiten, das Halbtönen zu implementieren.

Ein Flußdiagramm, das die Implementierung des Mehrebenen-Schwellenwertprozesses darstellt, wird in Fig. 2 gezeigt. Die Implementierung geht in Richtung auf das Drucken eines Bildes, das im Bildschirm sichtbar gemacht wird und wandelt das Bildschirmbild in einen verwendbaren Bildausdruck um. Um die gedruckte Ausgabe zu optimieren, wandelt das System zunächst in Block 210 die Farbbilddatei, die benutzt wird, um das Bild auf dem Monitor anzuzeigen, in eine akzeptable Graustufenauflösung um. Die Farbe wird in der Regel als verschiedene Kombinationen von Rot (R), Grün (G) und Blau (B) dargestellt, die die Primärfarben sind und zusammenarbeiten, um jede vorstellbare Farbe zu erzeugen. Ein Graustufenbild kann aus einem Farbbild erzeugt werden durch Anwenden der folgenden Formel:  $L = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,144 \cdot B$ , wobei "L" der Graustufenwert ist. Die Farbe in einem Pixel besteht aus individuellen Beiträgen der drei Primärfarben R, G und B. Die Werte für R, G und B werden in die obige Gleichung eingesetzt und das berechnete Ergebnis ist der äquivalente Grauwert des Pixels. Dabei wird vorausgesetzt, daß die ursprünglichen Primärfarben jeweils 256 Werte annehmen können und in verschiedenen Kombinationen über 16 Millionen Farben produzieren. Das wird durch die obige Gleichung auf ein Graustufenbildäquivalent mit 256-Stufen reduziert.

Das umgewandelte Graustufenbild hat noch immer die 72 dpi Auflösung, die acht Bits (ein Byte) zur Darstellung eines Pixels im Bild benutzt. Obwohl die Umwandlung in Graustufen durchgeführt wurde, ist das Bild noch nicht bereit für einen Zwei-Ebenen-Drucker, da ein solcher Drucker nur 1 Bit per Pixelabbildung akzeptiert. Ferner muß das Bild in Block 212 vergrößert werden, um die physikalische Fläche einer 8.5 x 11 Zoll Seite abzudecken. Es ist signifikant, daß es nicht möglich ist, Daten aus dem nichts zu erschaffen. Das heißt, wenn die Größe eines Bildes vergrößert werden muß, müssen die Zwischenräume zwischen den Pixeln mit neuen Pixeln gefüllt werden. Diese neuen Pixel müssen irgend eine Beziehung zu den alten haben und können daher auf verschiedene Weise angenähert werden. Die einfachste Methode, eine Annäherung und Vergrößerung eines Bildes zu schaffen, z. B. mit dem Faktor 2, wäre das Verfahren, jedes Pixel durch drei andere, identische Pixel zu ersetzen, die in einer kleinen, quadratischen Matrixkonfiguration angeordnet wären. Eine zweite Lösung wäre, zwischen den Pixeln aufgrund ihrer Werte zu interpolieren. Damit würde die "Lücke" zwischen zwei Pixeln mit einer Geradeausinterpolation oder auch Interpolation aufgrund höherer Kurven gefüllt werden. Die zunächst angesprochene Pixelreduplikation ist ausreichend für Ausgaben mit Auflösungen bis zu 300 dpi; bei höheren Auflösungen können kompliziertere Interpolationen verwendet werden.

Die Bildskalierung wird durchgeführt durch Erstellen eines "leeren" Bildes einer Größe, die nach dem Hochskalieren in Block 124 der erwarteten Größe entspricht. Das läßt das Skalieren in Bruchteilen zu, wie z. B. 3,4, da das System in der Lage ist, die Anzahl sowohl der Reihen als auch der Spalten des ursprünglichen Bildes mit diesem Betrag zu multiplizieren, die Bruchteil-Reihen und -Spalten zu eliminieren, und dann ein neues Bild dieser Größe zu erzeugen. Wenn in Block 216 jeder Platz der neuen Bildmatrix mit dem entsprechenden Pixel aus dem ursprünglichen Bild gefüllt ist, wird das Ergebnis auf das Graustufenbild der höheren Auflösung und zu einer

geeigneten Größe zum Drucken hochskaliert. Auch wird die gewünschte Auflösung erreicht, z. B. 240, 300 oder 600 dpi.

Jetzt wird in Block 218 der Halbtönungsprozeß auf das skalierte Bild angewandt, um ein Zweiebenenbild zu produzieren, das für die in der vorliegenden Erfindung bevorzugten Schwarz/Weiß-Bilddrucker geeignet ist. Halbtönen ergibt die Illusion der Grauschattierung durch Benutzen von nur zwei Ebenen, schwarz und weiß. Das System wendet zwei Arten der Halbtönungsprozesse an, der erste ist dabei die Punktebearbeitung in Block 220, und die zweite ist die Nachbarschaftsbearbeitung in Block 222. Beim Punktebearbeiten wird jedes Pixel im Graustufenbild verglichen mit einer periodischen Nichtbildmaske, wobei die Pixelwertematrix als geordnete Zittermatrix bezeichnet werden. Bei der Nachbarschaftsbearbeitung, und anders als im Fehlerverteilungsprozeß, wird jedes Pixel mit einem festen Schwellenwert verglichen. Der sich ergebende Binärwert wird dann im Block 224 von dem Pixelwert im ursprünglichen Bild abgezogen. Der sich ergebende Unterschied, d.h. Fehler, wird in die Pixel-Umgebung einer gegebenen Größe nach Anwendung geeigneter Wichtungen aufgeteilt oder verbreitet, wie in Block 226 gezeigt wird.

Zur Implementierung der erfindungsgemäßen Halbtönung benutzt das skalierte Graustufenbild eine Zittermatrix mit einem optimierten Schwellenwertprofil zur Durchführung der Halbtönung. Die Matrix wird optimiert, um abrupte Intensitätsschwankungen in benachbarten Pixeln zu vermeiden und verläßt sich darauf, daß das menschliche Auge über kleine Bereiche einen Durchschnittswert erfaßt, um die Wirkung von Graugebieten zu erzielen. Nachstehend wird eine Zittermatrix angegeben, die im erfindungsgemäßen Halbtönungsprozeß verwendet wird:

0	128	32	160	8	136	40	168
192	64	224	96	200	72	232	104
48	176	16	144	56	184	24	152
240	112	208	80	248	120	216	88
12	140	44	172	4	132	36	164
204	76	236	108	196	68	228	100
60	188	28	156	52	180	20	148
252	124	220	92	244	116	212	84

Es gibt verschiedene Wege, um eine Zittermatrix anzuordnen. Die obige Matrix zeigt schroffe Übergänge von Pixel zu Pixel. Eine andere Matrix, die von der vorliegenden Erfindung in Betracht gezogen wird, kann kleinere örtliche Veränderungen anwenden und doch alle 256 Stufen abdecken. Die Absicht dieser Variationen ist es, den Mustereffekt, der bei der Ausgabe produziert wird, zu vermindern. Die obige Matrix besteht aus 64 Eintragungen. Die Matrix wird in Block 228 auf die ersten 64 Eintragungen des Graustufenbildes gelegt, und dann wird in Block 230 ein Pixel/Pixel-Vergleich gemacht. Wenn in Block 232 der Wert des Graustufenbildes größer ist als der entsprechende Wert in der Zittermatrix, dann registriert in Block 234 der Ausgang eine Null (0) (das bedeutet Hintergrund); ansonsten registriert in Block 236 der Ausgang eine Eins (1) (das bedeutet Vordergrund). Dieser Prozeß wird über das ganze Graustufenbild unter Verwendung der gleichen Zittermatrix wiederholt durch Verschieben der Matrix über das Bild um jeweils 64 Pixel. Das bedeutet, daß kein Pixel öfter als einmal mit dem Zittermatrizeintrag verglichen wird. Da die gleiche Zittermatrix immer wieder benutzt wird, enthält das ausgegebene Zweiebenenbild ein bestimmtes Muster, d.h. Spurengruppeneinteilung. Die örtlichen Variationen der Pixelwerte jedoch, die durch die Variationen in den Zittermatrixwerten erzeugt werden, produzieren zusammen mit dem Durchschnittswerteffekt des menschlichen Auges den Graustufeneffekt im ausgegebenen Bild. Das schließt den Halbtönungsprozeß ab.

Der Bildausgabemechanismus verlangt dann in Block 238 Graustufen- oder Farbe-enthaltende Objekte, wie z. B. TIFF-Dateien, die zum Drucken in Druckseiten-segmente (2 Ebenen) umgewandelt werden. Alternativ dazu kann in Block 240 die Halbtönungsversion einer Graustufen- oder Farb-Datei zum Drucken in den Druckertreiber geschickt werden.

Nach dem Skalieren des Bildes zur Ausgabe wird die Bildauflösung durch Erhöhung der Auflösung verbessert (Block 242). Es gibt zwei Wege zur Implementierung bzw. Anwendung der Auflösungserhöhung. Das erste Verfahren zum Bewirken einer Auflösungserhöhung ist die Pixelreduplikation. Pixelreduplikation beinhaltet, in Block 244, die Berechnung der Größe des Ausgabebildes unter Verwendung eines Skalierungsfaktors. Beim Skalieren des Bildes werden mehrere Punkte im Ausgabebild von einem einzigen Punkt im Eingangsbild redupliziert. Somit kann beim Vergrößern des Druckseitenbildes die Pixelreduplikation in beiden Dimensionen erfolgen. — Das andere Verfahren zur Erhöhung der Auflösung benutzt die Interpolation. Die Interpolation berechnet, in Block 246, den Ausgangswert, der über das Eingangspixel interpoliert werden soll, und seine drei unmittelbaren Nachbarn. Auch andere Interpolationen über anliegende Nachbarn, wie z. B. über alle acht Nachbarn, ist möglich. Dieses Verfahren hat ein gefälligeres Ergebnis als die einfache Pixelwiederholung, verlangt jedoch mehr Zeit und Raum als das Pixelreduplikationsverfahren.

Nach Abschluß des Verfahrens zur Erhöhung der Auflösung stehen die Bilddaten noch immer in Graustufen-daten. Dann müssen die Daten quantifiziert werden. Also quantifiziert der Treiber in Block 248 die Graustufen-daten in zwei Ebenen, und schafft im wesentlichen dunkle und helle Bereiche in der Ausgabeseite. Die Qualität dieser Wiedergabe ist keinesfalls ausreichend, wenn es um einen Bildinhalt geht, der etwas anderes ist als Text oder gezeichnete Linien. Das Halbtönen ist das Verfahren der Anwendung zweidimensional variabler Ebenen-schwellenwertbestimmung, um Zwei-Ebenen-Bilder zu erzeugen. Zwar gibt es immer einen bestimmten Verlust



der räumlichen Auflösung oder der Bildinhaltsdetails, jedoch ist das immer noch eher akzeptabel als eine Ein-Ebenen-Schwellenwertbestimmung.

Jetzt ist in Block 250 das Bild bereit zum Druck. Das Ausgabebild wird nun zur Druckervorrichtung geschickt, wo es in geeigneter Auflösung von 240, 300 oder 600 dpi in einem Zwei-Ebenen-Bild zur Verfügung steht.

5 Zwar wurde die Erfindung in Einzelheiten unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform gezeigt und beschrieben, dem Fachmann ist jedoch bewußt, daß zahlreiche Veränderungen in Form und Einzelheiten vorgenommen werden können, ohne von Umfang und Wesensart der Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

10 1. Ein digitales Bildbearbeitungssystem, enthaltend:  
einen Zentralprozessor;

Anwender-Eingabemittel, die an den Zentralprozessor gekoppelt sind, um es dem Anwender zu ermöglichen, Daten in den Zentralprozessor einzugeben oder darin zu verändern; und

15 ein Ausgangsbild-Ausgabesystem, das an den Zentralprozessor gekoppelt ist, und das ferner enthält: Einen Druckertreiber, in dem ein zu verarbeitendes Bild von einem Farb- oder Graustufenbild niedriger Auflösung unter Verwendung einer Auflösungserhöhung zum Skalieren und zum Halbtönen des Bildes mit Hilfe einer Zittermatrix, die einen optimierten Schwellenwert benutzt, auf Druckauflösung skaliert wird.

2. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, in dem die Zittermatrix optimiert wird, um abrupte Veränderungen der Intensität und der benachbarten Pixel zu vermeiden.

3. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, in dem das Ausgangsbild-Ausgabesystem ferner umfaßt:  
Mittel zum Umwandeln einer Farbbilddatei in eine Graustufenauflösung;

Mittel zum Skalieren der Graustufenbilddatei auf eine zum Drucken geeignete Größe; und

25 Mittel zum Quantifizieren des Bildes nach Durchführung der Auflösungserhöhung, um ein Zwei-Ebenen-Bild zum Drucken zu bilden.

4. Die Erfindung gemäß Anspruch 3, in dem das Mittel zum Skalieren des Bildes ferner beinhaltet:

Mittel zum Generieren einer leeren Bilddatei für eine neue Bildmatrix; und

Mittel zum Füllen jedes Platzes innerhalb der neuen Bildmatrix, bis die leere Bilddatei voll ist.

5. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, in dem das Ausgangsbild-Ausgabesystem ferner beinhaltet:

30 Mittel zum Durchführen der Punktbearbeitung, um das Bild in Halbtönung darzustellen.

6. Die Erfindung gemäß Anspruch 1, in dem das Ausgangsbild-Ausgabesystem ferner beinhaltet:

Mittel zur Durchführung der Nachbarschaftsbearbeitung des Bildes zum Halbtönen.

7. Die Erfindung gemäß Anspruch 6, in dem das Mittel zur Durchführung der Nachbarschaftsbearbeitung ferner beinhaltet:

35 Mittel zum Subtrahieren eines Binärwerts von einem Pixelwert des ursprünglichen Bildes;

Mittel zum Anwenden eines gewichteten Wertes auf einen Ergebniswert aus dem Subtraktionsmittel; und

Mittel zum Verbreiten der sich ergebenden gewichteten Differenz auf die benachbarten Pixel.

8. Ein Verfahren zum Bearbeiten einer Farbbilddatei, die über eine Anwenderschnittstelle auf einem grafischen Rechnersystem anzeigbar ist, enthaltend:

40 Das Umwandeln der Farbbilddatei in eine Graustufenauflösung;

Skalieren der Graustufen-Bilddatei auf eine geeignete Größe zum Ausdrucken;

Durchführen der Bild-Halbtönung auf die skalierte Bilddatei;

Überführen der Halbtonbilddatei auf einen Druckertreiber innerhalb des Rechnersystems;

Durchführen der Erhöhung der Auflösung der Halbtonbilddatei; und

45 Quantifizieren des Bildes mit erhöhter Auflösung zum Bilden eines Zwei-Ebenen-Bildes.

9. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, ferner beinhaltend den Schritt:

Ausdrucken des Zwei-Ebenen-Bildes.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, in dem der Schritt des Skalierens des Bildes ferner die folgenden Schritte umfaßt:

50 Erzeugen einer leeren Bilddatei für eine neue Bildmatrix;

Füllen jedes Platzes innerhalb der neuen Bildmatrix, bis die leere Bilddatei voll ist.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, in dem der Schritt des Durchführens des Halbtönens ferner den folgenden Schritt beinhaltet:

Durchführen der Punktbearbeitung.

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, in dem der Schritt des Durchführens des Halbtönens ferner den folgenden Schritt beinhaltet:

Durchführen der Nachbarschaftsbearbeitung.

13. Das Verfahren gemäß Anspruch 12, in dem der Schritt der Nachbarschaftsbearbeitung ferner die folgenden Schritte beinhaltet:

60 Subtrahieren eines Binärwertes von einem Pixelwert des ursprünglichen Bildes;

Anwenden eines gewichteten Wertes auf einen Ergebniswert aus dem Subtraktionsschritt; und

Verteilen der gewichteten sich ergebenden Differenz auf die umgebenden Pixel.

14. Das Verfahren gemäß Anspruch 12, in dem der Schritt des Durchführens des Halbtönens ferner die folgenden Schritte beinhaltet:

65 Legen einer Zittermatrix über ausgewählte Teile des Graustufenbildes;

Durchführen eines Pixel/Pixel-Vergleichs der darübergelegten Matrix;

Bestimmen, ob das Graustufenbild größer ist als die Zittermatrix;

Registrieren des Graustufenbildes als Hintergrundausgabe, wenn es größer ist als die Zittermatrix;

- Registrieren des Graustufenbildes als Vordergrundaussage, wenn es kleiner ist als die Zittermatrix; und Umwandeln der Bildobjekte in Druckseitensegmente zum Drucken.
15. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, in dem der Schritt der Durchführung der Erhöhung der Auflösung ferner den folgenden Schritt beinhaltet:  
Durchführen der Pixelreduplizierung mit einem Skalierungsfaktor an dem Bild. 5
16. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, in dem der Schritt der Durchführung der Erhöhung der Auflösung ferner den folgenden Schritt beinhaltet:  
Durchführung der Bildinterpolation an dem Bild.
17. Ein Rechnerprogrammprodukt zur Anwendung mit einer grafischen Anzeigevorrichtung, wobei das Rechnerprogrammprodukt beinhaltet: 10  
ein in einem Rechner anwendbares Medium, das vom Rechner lesbare Programmcodemittel enthält zum Verarbeiten einer Farbbilddatei, die auf der grafischen Vorrichtung anzeigbar ist, und das ferner beinhaltet:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er die Farbbilddatei in eine Graustufenauflösung umwandelt;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er die Graustufenbilddatei 15  
auf eine zum Drucken geeignete Größe skaliert;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er an der skalierten Bilddatei eine Halbtönung durchführt;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er die Halbtönbilddatei an einen Druckertreiber innerhalb des Rechnersystems weitergibt; 20  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine Erhöhung der Auflösung der Halbtönbilddatei vornimmt; und  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er das Bild erhöhter Auflösung quantifiziert, um ein Zwei-Ebenen-Bild auszubilden.
18. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, das ferner enthält: 25  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er das Zwei-Ebenen-Bild ausdruckt.
19. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, in dem das Codiermittel zum Skalieren des Bildes ferner enthält:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine leere Bilddatei für 30  
eine neue Bildmatrix erzeugt;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er jeden Platz in der neuen Bildmatrix füllt bis die leere Bilddatei voll ist.
20. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, in dem das Codiermittel zur Durchführung der Halbtönung ferner beinhaltet: 35  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine Punktbearbeitung durchführt.
21. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, in dem das Codiermittel zur Durchführung der Halbtönung ferner beinhaltet:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine Nachbarschaftsbe- 40  
arbeitung durchführt.
22. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 21, in dem das Codiermittel der Nachbarschaftsbearbeitung ferner beinhaltet:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er einen Binärwert von 45  
einem Pixelwert des Originalbilds subtrahiert;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er einen gewichteten Wert auf einen sich aus dem Subtraktionscodemittel ergebenden Wert anwendet; und  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er die sich ergebende gewichtete Differenz auf die umliegenden Pixel verteilt.
23. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 21, in dem das Codiermittel zur Durchführung der 50  
Halbtönung ferner beinhaltet:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine Zittermatrix auf einen ausgewählten Teil des Graustufenbildes legt;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er einen Pixel/Pixel-Vergleich der darübergelegten Matrix durchführt; 55  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er bestimmt, ob das Graustufenbild größer ist als die Zittermatrix;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er das Graustufenbild als Hintergrund registriert, wenn es größer ist als die Zittermatrix;  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er das Graustufenbild als 60  
Vordergrund registriert, wenn es kleiner ist als die Zittermatrix; und  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er zum Drucken die Bildobjekte in Druckseitensegmente umwandelt.
24. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, in dem das Codiermittel zur Durchführung der Auflösungsverstärkung ferner beinhaltet: 65  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er in dem Bild eine Pixelreduplikation mit einem Skalierungsfaktor durchführt.
25. Das Rechnerprogrammprodukt gemäß Anspruch 17, in dem das Codiermittel zur Durchführung der

Erhöhung der Auflösung ferner beinhaltet:  
vom Rechner lesbare Programmcodemittel, die einen Rechner veranlassen, daß er eine Bildinterpolation an  
dem Bild durchführt.

5

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

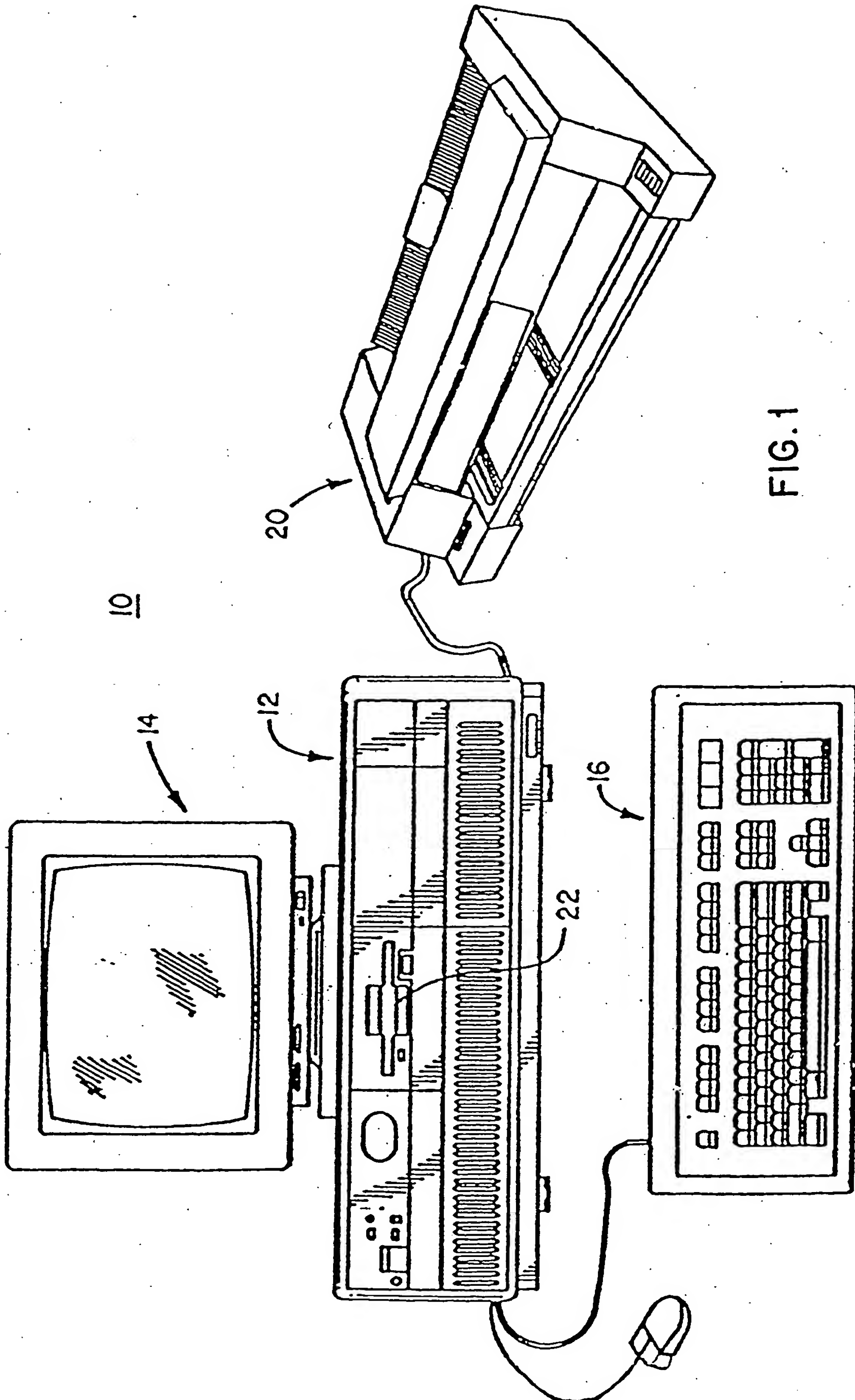
50

55

60

65





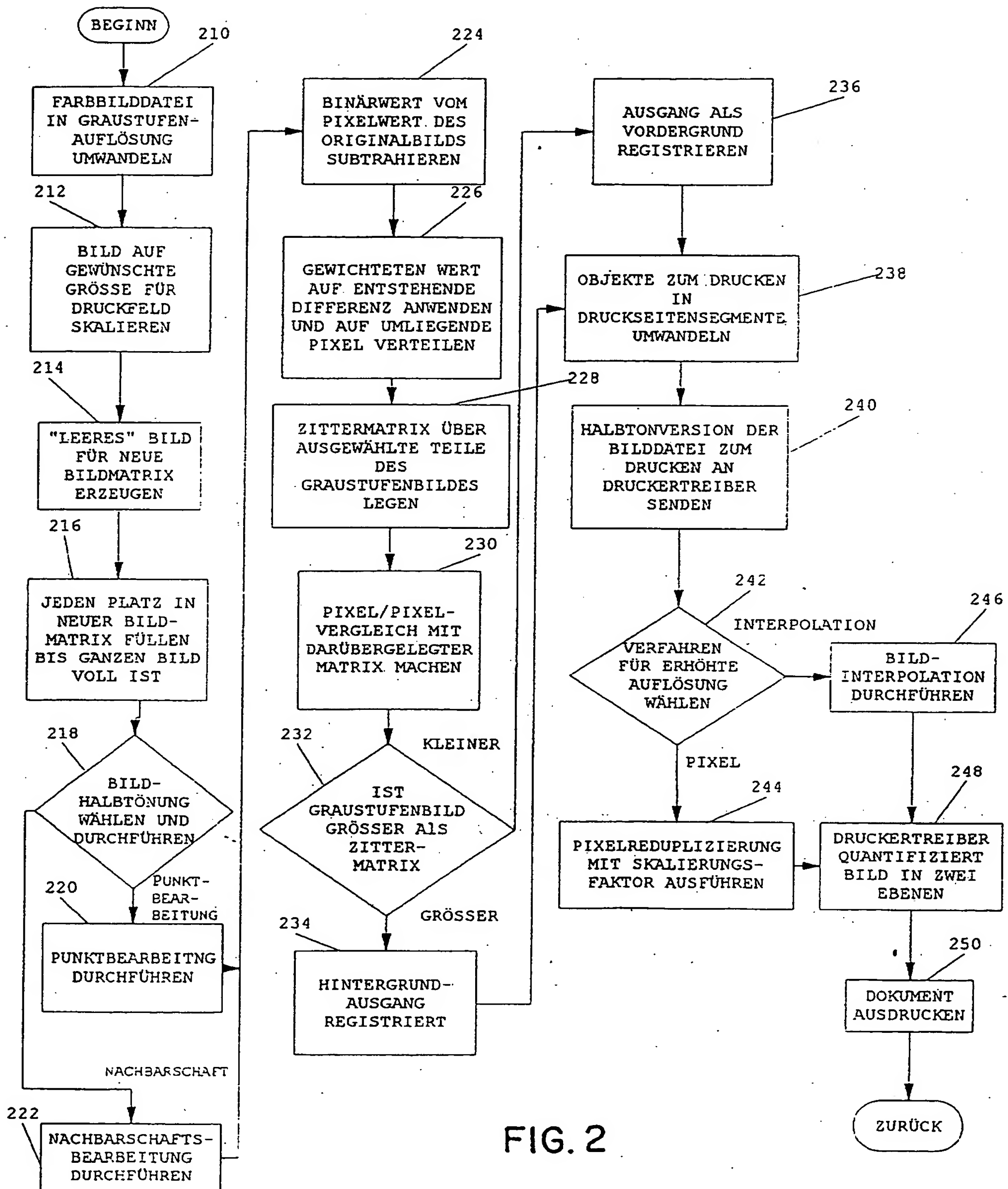


FIG. 2